

EFEKTIVITAS VARIASI DOSIS KAPORIT DALAM MENURUNKAN KADAR AMONIAK LIMBAH CAIR RUMAH SAKIT ROEMANI MUHAMMADIYAH SEMARANG

Arivia Ulliaji, Tri Joko, Hanan Lanang Dangiran

Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat
Universitas Diponegoro

Email: ariviaulli@gmail.com

Abstract : Wastewater from the hospital is one source of water pollution potential. According to preliminary test result in Roemani Muhammadiyah Semarang Hospital on 2015 obtained the result of the test parameter of average ammonia is 4,5 mg/l. Such results would exceed the quality standards according to the Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 about wastewater quality standard that is equal to 1 mg/l. The purpose of this research was to know the effectiveness of the variation dosage of calcium hypochlorite to decrease the ammonia levels of Roemani Muhammadiyah Semarang Hospital wastewater. Type this research is quasi-experiment with pre test-post test with control design. The research object is Roemani Muhammadiyah Hospital Semarang wastewater. Processing using variations of doses (650, 700, 750, 800, and 850 mg/l) chlorine in the treatment group with 5 repetitions. The statistical test used is One Way ANOVA with a confidence level of 95% and a significance level of 5% ($\alpha = 0,05$). Variations chlorine dose is 650, 700, 750, 800, and 850 mg/l ammonia produces a decrease of 98,43%, 99,08%, 99,06%, 98,81% and 98,90%. The results obtained by different test p-value 0,219, showed no significant difference in effectiveness between the ammonia reduction in calcium hypochlorite dose variation. The results of this study show that the addition of calcium hypochlorite dose variation is very effective in lowering levels of ammonia Roemani Muhammadiyah Semarang Hospital wastewater. Further research is needed to use the system continuously to be applied according to the existing field conditions.

Keywords : calcium hypochlorite dosage, ammonia, waste water, roemani muhammadiyah semarang hospital

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kegiatan rumah sakit yang sangat kompleks tidak saja memberikan dampak positif bagi masyarakat sekitarnya, tapi juga dampak negatif berupa cemaran akibat proses kegiatan maupun limbah yang dibuang tanpa pengelolaan yang benar. Upaya pengelolaan sanitasi rumah sakit merupakan hal yang penting untuk diperhatikan guna mengetahui dan mengontrol kondisi lingkungan rumah sakit dalam mencegah terjadinya infeksi nosokomial, serta meminimalkan efek pencemaran terhadap lingkungan.²

Sebagai unit pelayanan masyarakat, maka Rumah Sakit dalam melakukan aktivitasnya tidak terlepas dari permasalahan limbah cair rumah sakit. Sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah terdapat beberapa parameter air limbah rumah sakit diantaranya parameter fisika yang meliputi suhu, zat padat terlarut, zat padat tersuspensi, parameter kimia yang meliputi pH, BOD, COD, TSS, amonia nitrogen, minyak dan lemak, dan parameter biologi yang meliputi total coliform.

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi, mengandung senyawa-senyawa kimia yang berbahaya serta mengandung mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit.³

Sebagai unit pelayanan masyarakat, maka Rumah Sakit dalam melakukan aktivitasnya tidak terlepas dari permasalahan limbah cair rumah sakit. Diantara unsur-unsur yang menjadi parameter kimia kualitas air limbah adalah amoniak. Berdasarkan

data hasil pemeriksaan laboratorium dengan sampel effluent limbah cair Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah menunjukkan hasil bahwa kandungan amoniak dalam limbah cair pada tahun 2015 rata-rata sebesar 4,5 mg/l. Hal ini berarti kadar amoniak limbah cair Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang melebihi baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 1 mg/l tetapi masih termasuk dalam golongan lemah karena dibawah 12 mg/l.⁴

Pemilihan teknologi limbah rumah sakit yang sesuai dengan permasalahan kualitas menjadi sangat penting terutama untuk menetapkan alternatif penanganan yang berhubungan dengan aspek ekonomis, kemudahan dan perawatan serta kualitas bangunan yang harus memenuhi syarat baku mutu lingkungan.⁵ Pengolahan limbah cair di Instalasi pengolahan air limbah Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang dibangun tahun 2002 dan beroperasi mulai tahun 2003 dengan menggunakan sistem DEWATS (*Decentralized Wastewater Treatment System*), yaitu pengolahan air limbah dengan memanfaatkan bakteri anaerob yang bertujuan untuk menghasilkan limbah yang layak buang.

Pada pengolahan air limbah Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang menggunakan kaporit untuk desinfektan dan oksidator amoniak. Kaporit yang ditampung dalam tangki kemudian dialirkan dengan menggunakan pipa kran. Namun dosis kaporit tidak ditentukan dalam penggunaannya.

Kadar amoniak dapat diturunkan melalui pengolahan limbah secara kimiawi. Diantara zat kimia yang biasa digunakan dalam proses pengolahan

kimiawi adalah dengan kaporit. Zat amoniak dalam air akan bereaksi dengan chlor atau asam hipoklorit dan membentuk monokloramin, dikloramin, dan trikloramin tergantung pH, perbandingan konsentrasi, waktu, dan suhu. Chlor adalah suatu zat kimia yang berasal dari gas chlor Cl_2 NaOCl, $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ (kaporit) atau larutan HOCl (asam hipoklorit) sedangkan kaporit tersedia dalam berbagai macam yaitu serbuk, tablet, dan cair.⁶

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian mengenai efektivitas kaporit dalam menurunkan kadar amoniak pada limbah cair Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu (*quasi-experimental research*) yang bertujuan untuk memperoleh hasil penelitian dimana tidak memungkinkan untuk mengontrol dan atau memanipulasi semua variabel yang diujikan secara relevan. Desain yang dipilih adalah *pre-test* dan *post-test with control group*.

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh air limbah yang berada di IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) Rumah Sakit Muhammadiyah

Roemani Semarang. Sampel dalam penelitian ini adalah sampel air limbah yang diambil dari bak penampungan akhir sebelum klorinasi IPAL RS Roemani Muhammadiyah yang dirancang dengan lima perlakuan untuk masing-masing dosis larutan kaporit. Dari perhitungan jumlah sampel, sampel diberikan pengulangan sebanyak 5 kali dengan perlakuan 5 dosis. Analisis yang digunakan deskriptif dan statistik. Uji yang digunakan untuk mengetahui perbedaan efektivitas penurunan kadar amoniak diantara variasi dosis adalah uji beda ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan dosis kaporit untuk pemeriksaan kadar amoniak

Sebelum menentukan dosis kaporit yang akan digunakan untuk menurunkan kadar amoniak, dilakukan terlebih dahulu pemeriksaan dengan variasi dosis 250 mg/l, 500 mg/l, dan 750 mg/l untuk masing-masing sampel. Sebelum penambahan variasi dosis kaporit, kadar amoniak saat diperiksa sebesar 38 mg/l. Hasil pemeriksaan kadar amoniak sesudah perlakuan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Kadar Amoniak Sebelum dan Sesudah Pemberian Kaporit

R	Pre (mg/l) (1)	Kontrol (mg/l)	Post (mg/l) (2)		
			250 mg/l	500 mg/l	750 mg/l
1	38	9,67	9,21	1,85	0,98
2		12	8,48	1,85	0,80
Rata-rata	38	10,83	8,85	1,85	0,89

Dari hasil pengujian diatas, didapatkan hasil persentase penurunan kadar amoniak yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 2. Persentase Selisih Penurunan Kadar Amoniak

No	Persentase Selisih penurunan kadar amoniak (%)			
	$\left(\frac{1 - 2}{1} \times 100\% \right)$			
	Kontrol	250 mg/l	500 mg/l	750 mg/l
1	74,55	75,76	95,13	97,42
2	68,42	77,68	95,13	97,89
Rata-rata	71,48	76,72	95,13	97,65



Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa pembubuhan kaporit dapat menurunkan kadar amoniak, masing-masing dosis kaporit yang diberikan yaitu sebesar 250 mg, 500 mg, dan 750 mg ke dalam 1.000 ml air limbah. Pada pembubuhan kaporit 250 mg/l hasil pengukuran kadar amoniak adalah 8,845 mg/l, 500 mg/l kaporit menjadi 1,85 mg/l, 750 mg/l kaporit menjadi mg/l. Dari hasil tersebut ditemukan bahwa dosis yang paling tinggi dalam menurunkan kadar amoniak adalah 750 mg/l, maka selanjutnya dilakukan tahanan lanjutan dengan pembubuhan dosis kaporit 650

mg/l, 700 mg/l, 750 mg/l, 800 mg/l, dan 850 mg/l.

B. Kadar amoniak, pH, dan suhu setelah perlakuan dengan pemberian dosis kaporit

Setelah melakukan percobaan dengan mencari dosis kaporit yang efektif dapat menurunkan kadar amoniak, maka selanjutnya dilakukan pemeriksaan kadar amoniak dengan pembubuhan dosis kaporit 650 mg, 700 mg, 750 mg, 800 mg, dan 850 mg dicampurkan ke dalam 1.000 ml air limbah Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah Semarang selama 30 menit.

1. Hasil Pemeriksaan Kadar Amoniak Sebelum dan Setelah Pemberian Kaporit dengan Berbagai Variasi Dosis

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Kadar Amoniak Sebelum dan Setelah Pemberian Kaporit dengan Berbagai Variasi Dosis

Ulangan	Pre (mg/l)	Post (mg/l)				
		650 mg/l	700 mg/l	750 mg/l	800 mg/l	850 mg/l
1	31	0,74	0,23	0,25	0,55	0,46
2	33	0,74	0,24	0,14	0,26	0,36
3	30	0,36	0,31	0,21	0,37	0,32
4	28	0,29	0,31	0,25	0,30	0,22
5	29	0,28	0,29	0,54	0,32	0,23
Rata-rata	30,2	0,48	0,28	0,28	0,36	0,32

Tabel 4. Persentase Penurunan Kadar Amoniak Setelah Pemberian Kaporit

Ulangan	Persentase Penurunan Kadar Amoniak Setelah Pemberian Kaporit (%)				
	650 mg/l	700 mg/l	750 mg/l	800 mg/l	850 mg/l
1	97,61	99,26	99,19	98,23	98,23
2	97,76	99,27	99,57	99,21	98,91
3	98,8	98,97	99,3	98,77	98,93
4	98,96	98,89	99,11	98,93	99,21
5	99,03	99	98,14	98,90	99,21
Rata-rata	98,43	99,08	99,06	98,81	98,90
Tingkat Efektivitas	Sangat Efektif	Sangat Efektif	Sangat Efektif	Sangat Efektif	Sangat Efektif

2. Hasil Pemeriksaan pH Sebelum dan Setelah Pemberian Kaporit dengan Berbagai Variasi Dosis

Tabel 5. Hasil Pemeriksaan pH Sebelum dan Setelah Pemberian Kaporit dengan Berbagai Variasi Dosis

Ulangan	Pre	Post				
		650 mg/l	700 mg/l	750 mg/l	800 mg/l	850 mg/l
1	7,6	7,58	7,76	7,73	7,7	8
2	7,6	7,58	7,81	7,81	7,7	7,83
3	7,6	7,53	7,54	7,82	7,89	7,86
4	7,6	7,58	7,62	7,7	7,87	8,21
5	7,6	7,65	7,62	7,7	7,81	8,63
Rata-rata	7,6	7,58	7,67	7,75	7,79	8,11

3. Hasil Pemeriksaan Suhu Sebelum dan Setelah Pemberian Kaporit dengan Berbagai Variasi Dosis

Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Suhu Sebelum dan Setelah Pemberian Kaporit dengan Berbagai Variasi Dosis

Ulangan	Pre (°C)	Post (°C)				
		650 mg/l	700 mg/l	750 mg/l	800 mg/l	850 mg/l
1	26	25,9	25,9	26,1	27,7	27,7
2	26	25,7	25,6	26,1	26,1	27,9
3	26	26	26,3	27,4	27,7	27,6
4	26	25,7	26	27,1	27,6	27,7
5	26	26	25,9	27,5	27,8	27,1
Rata-rata	26	25,86	25,94	26,84	27,38	27,6

Analisis hasil pemeriksaan kadar amoniak diperoleh rata-rata selisih kadar amoniak sebelum dan setelah perlakuan atau penurunannya dengan dosis kaporit 650 mg/l adalah 29,72 mg/l (98,43%), perlakuan dengan dosis kaporit 700 mg/l adalah 29,92 mg/l (99,08%), perlakuan dengan dosis kaporit 750 mg/l adalah 29,92 mg/l (99,06%), perlakuan dengan dosis kaporit 800 mg/l adalah 29,84 mg/l (98,81%), perlakuan dengan dosis kaporit 850 mg/l adalah 29,86 mg/l (98,90%). Hal ini menunjukkan bahwa keefektifan pengolahan dengan kaporit sangat efektif karena mampu menurunkan kadar amoniak hingga 99%.

Hasil pemeriksaan kadar amoniak telah mengalami penurunan setelah pemberian kaporit dari semua variasi dosis namun hasil analisis beda efektivitas penurunan kadar amoniak antara kelompok perlakuan menggunakan uji statistik ANOVA menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada

efektivitas penurunan kadar amoniak limbah cair Rumah Sakit Roemani Muhammadiyah diantara variasi dosis ($p\text{-value} = 0,219$). Pada perlakuan dosis kaporit 650 mg/l dirasa sudah dapat menurunkan amoniak dengan baik namun rata-rata penurunan kadar amoniak yang paling tinggi pada perlakuan dosis kaporit 700 mg/l. Pada dosis 700 mg/l selisih rata-rata kadar amoniak kelompok *pre* dan *post* adalah 29,92 mg/l sehingga kadar amoniak mengalami penurunan sebesar 99,08%. Penurunan ini merupakan yang terbesar diantara dosis kaporit yang lain.

Penurunan kadar amoniak pada limbah cair RS Roemani Muhammadiyah yang telah diberi perlakuan menggunakan kaporit terjadi karena adanya proses oksidasi amoniak. Proses oksidasi adalah reaksi pengikatan oksigen atau pelepasan hidrogen atau pelepasan elektron. Reaksi penarikan bilangan oksigen juga dapat diartikan sebagai reaksi oksidasi. Reaksi reduksi terjadi

bersamaan atau serentak setiap terjadi reaksi oksidasi sehingga ada zat yang teroksidasi dan ada zat yang tereduksi. Reaksi reduksi adalah reaksi pelepasan oksigen atau pengikatan hidrogen atau pengikatan elektron atau reaksi penurunan bilangan oksidasi.⁶

Kaporit akan bereaksi dengan amoniak untuk menghasilkan rangkaian senyawa klorinasi amoniak yang disebut kloramin kemudian mengoksidasi amoniak menjadi N_2 zat yang tidak berbahaya. Mekanisme reaksi yang terjadi sangat kompleks dan sangat bergantung pada suhu, pH, waktu kontak serta rasio perbandingan amoniak dengan klorin.^{7,8}

Jika kaporit sebagai dilarutkan dalam air, maka akan terjadi reaksi hidrolisa membentuk $HOCl$ dan $Ca(OH)_2$. Karena asam hipoklorit adalah agen pengoksidasi yang sangat aktif, itu akan segera bereaksi dengan amoniak. Ketika klorin ditambahkan ke dalam air limbah yang mengandung amoniak nitrogen, amoniak akan bereaksi dengan asam hipoklorit membentuk kloramin. Penambahan klorin secara terus menerus akan mencapai titik residu klor terendah (*breakpoint chlorination*) dan akan mengubah kloramin menjadi gas nitrogen. Bila cukup banyak NH_3 dalam larutan, maka NH_2Cl cukup stabil. Namun bila jumlah klor berlebih, NH_2Cl akan pecah sehingga terbentuk gas N_2 . Secara teoritis, perbandingan berat klorin dengan amoniak adalah 7,6:1 dan perbandingan molnya adalah 1,5:1 pada keadaan tersebut.⁹

pH pada penelitian ini mengalami perbedaan dari masing-masing perlakuan. pH pada *pretest* adalah 7,6 dan pada perlakuan dosis kaporit 650 mg/l rata-rata pH menjadi 7,58. Pada perlakuan dosis

kaporit 700 mg/l rata-rata pH menjadi 7,67. Pada perlakuan dosis kaporit 750 mg/l rata-rata pH menjadi 7,75. Pada perlakuan dosis kaporit 800 mg/l rata-rata pH menjadi 7,79 dan pada perlakuan dosis kaporit 850 mg/l rata-rata pH menjadi 8,11. Perubahan pH yang cenderung basa dikarenakan adanya pengaruh kaporit. Kaporit di dalam air mengalami hidrolisis membentuk senyawa $Ca(OH)_2$ yang merupakan basa kuat dan $HOCl$ yang merupakan asam lemah. $Ca(OH)_2$ segera terurai membentuk ion Ca^{2+} dan ion OH^- sehingga perbandingan ion OH^- lebih besar daripada ion H^+ yang menyebabkan larutan bersifat basa. pH dan suhu berperan penting dalam distribusi $HOCl$ dan OCl^- . Antara pH 5-7 dan suhu sekitar $20^\circ C$, distribusi $HOCl$ sebanyak 80-100% sedangkan distribusi OCl^- sebanyak 0-20%. Namun ketika pH diantara 8-10 dan suhu sekitar $20^\circ C$, distribusi $HOCl$ hanya sebanyak 0-30% sedangkan distribusi OCl^- sebanyak 80-100%. Hubungan distribusi dari kedua jenis ini sangat penting karena daya bunuh dari $HOCl$ 40-80 kali lebih besar dari daya bunuh OCl^- .¹⁰

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Hasil pemeriksaan laboratorium kadar amoniak limbah cair RS Roemani Muhammadiyah Semarang pada tahun 2015 sebesar rata-rata 4,5 mg/l yang melebihi baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 1 mg/l.
2. Rata-rata kadar amoniak sebelum dilakukan perlakuan menggunakan variasi dosis

- kaporit adalah sebesar 30,2 mg/l
3. Setelah dilakukan pengolahan menggunakan kaporit dengan dosis 650, 700, 750, 800, dan 850 mg/l, kadar amoniak mengalami penurunan menjadi 0,48, 0,28, 0,28 0,36, dan 0,32 mg/l dengan persentase penurunan 98,43%, 99,08%, 99,06%, 98,81%, dan 98,90%.
 4. Keefektifan semua variasi dosis kaporit adalah sudah sangat efektif karena mampu menurunkan kadar amoniak hingga di atas 80% menurut kategori tingkat efektivitas.
- DAFTAR PUSTAKA**
1. Siregar, J.P.C., Amalia, L., *Farmasi Rumah Sakit Teori dan Penerapan*. Jakarta: EGC. 2004.
 2. Giyatmi., *Efektivitas Pengolahan limbah cair rumah sakit Dokter Sardjito Yogyakarta terhadap pencemaran radioaktif*. Yogyakarta: Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. 2003.
 3. Said, NI., *Teknologi Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit dengan Sistem "Biofilter Anaerob-aerob"* Seminar Teknologi Pengelolaan Limbah II: Prosiding. Jakarta. 1999.
 4. Liu, David H.F., Bella G Liptak., *Environmental Engineers' Handbook*. CRC-Press. 1999.
 5. Dirjen Pelayanan Medik Depkes RI., *Pedoman Sanitasi Rumah Sakit di Indonesia*. Jakarta: Dirjen PPM dan PLP dari Dirjen Pelayanan Medik Depkes RI. 2002.
 6. Kristian, H.S., *Kimia Organik I*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. 2000.
 7. Capodaglio, G. Andrea; Hlavinek, Petr; Raboni, Massimo., *Physico-chemical Technologies for Nitrogen Removal from Wastewaters: a Review*. Ambiente&Agua-An Interdisciplinary Journal of Applied Science. vol. 10 n. 3 Taubaté – Jul. / Sep. 2015.
 8. Anonim., *Physical-Chemical Nitrogen Removal Wastewater Treatment*. EPA Technology Transfer Seminar Publication. 1974.
 9. Metcalf dan Eddy. *Water Reuse Issues, Technologies, and Applications*. United States of America. 2007.
 10. Nurhayanti, Indah., *Korelasi Antara Sisa Klor dan Kekeruhan Terhadap Bakteri E Coli pada Air Bersih yang Diproduksi IPA Wonoayu-Sidoarjo*. Surabaya: Teknik Lingkungan UNIPA Surabaya. 2003.